

南 洋 材 の 性 質 6

南洋材の丸ノコによる被削性試験 1

サラワク産レッド メランチ類木材および カンボジア産材の丸ノコによる被削性試験

青 山 経 雄⁽¹⁾

I ま え が き

本試験は現在木材部において実施されている南洋材の性質に関する試験の一部として計画されたものである。木材のノコによる被削性としては、丸ノコによる方法と帯ノコによる方法とが考えられるが、今回は試験の実行が容易な丸ノコによって各樹種の被削性を検討することにした。丸ノコによる試験結果によって、ある程度帯ノコによる被削性も類推できる。この丸ノコによる被削性試験方法についても、現在特に標準的な方法が確立しているわけではなく、またその被削性も、1つの測定項目だけでは表現することはできない。すなわち、樹種の材質としての被削性を示す指標としては、切削抵抗、ひき材面の状態、ノコ歯に対する摩耗性などがあげられよう。ひるがえってこの試験の目的とするところは、現在または近い将来、木材工業において使用される南洋材について実践的なデータをうるという点にあり、時間的にもなるべく早く資料を提供することが要望されている。以上の点から、本試験では丸ノコによる被削性について、各樹種の切削抵抗と、ノコ歯に対する摩耗性の2種の項目をとりあげた。また、その試験方法も十分なものとは考えていないが、とりあえず、現在ある設備を利用して、できるだけ实际的で簡便な方法をとるようにしたが、この結果が多少とも実用上の参考資料となれば幸いである。なおこの試験について、上村 武木材部長をはじめ寺沢 真加工科長、鈴木 寧製材研究室長ならびに製材研究室の方々のご指導、ご協力をいただいたので厚く感謝の意を表する。

II 供試材料および試験方法

2.1 供 試 材 料

試験に供した材料はサラワク産レッド メランチ3個体とカンボジア産材8種類で、また比較のため国産材スギ、アカマツ、ミズナラ、イスノキの4種、南洋材のマンガシノロ1種を試験した。これらの試験材のうち、南洋産材についてはその原木番号は Table 1 のようで、その形質は他の報告¹⁾²⁾を参照されたい。試験片は Fig. 1 のように板目木取りとし、採材位置はなるべく原木の中心と外周とのほぼ中央からとるようにした。同一種類の試験は同じひき板、すなわち同一繊維方向上からとるようにした。ただし、摩耗試験はその試験の性質上、材料を多量に必要とするので、ひき板が変わる場合もあった。寸法は、厚さすなわち挽幅は 30 mm、幅は 200~300 mm、長さは切削抵抗試験では約 250 mm、摩耗試験の場合は 500 mm

(1) 木材部加工科製材研究室

Table 1. 供試材原木番号
Mark of test log.

樹 種 Species	原木番号 Mark of log
Red meranti	I A
〃	I B
〃	I C
Chhoeuteal bangkuoi	II A-4
Chhoeuteal sar	II A-5
Komnhan	II B-10
Phdiek	II C-2
Ro yong	II D-1
Koki khsach	II E-1
Srol kraham	II F-1
Rong leang	II G-1

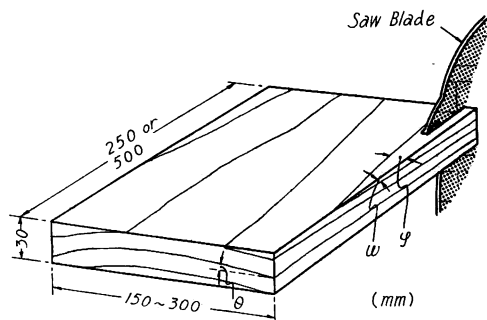


Fig. 1 試験片の寸法

Test piece.

であった。ひき板表面と年輪とのなす角度 (θ) は 20° 以内とし、また繊維方向と板の表面とのなす角度 φ , ω (Fig. 1) はそれぞれ 5° 以内になるようにした。試験材はいずれも気乾状態としたが、その切削時の含水率と材料の気乾容積重は Table 2, 3 のようである。このうちイスノキはやや含水率が高かった。レッド メランチ IA の摩耗試験は材料の量が少なかったので試験を行なうことができなかった。なお、気乾容積重と含水率の測定は、ひき材によって生ずるストリップについて行ない、切削抵抗試験では 5 枚ごとに 1 枚ずつ、ノコ歯摩耗試験では切削抵抗を測定したストリップについて求めた。

2.2 試験方法

2.2.1 供試ノコ

試験に使用した丸ノコは切削抵抗試験には超硬チッ

Table 2.
Apparent

現 地 名 Commercial name	学 名 Botanical name
レッド メランチ Red meranti	<i>Shorea</i> sp.
〃	〃
〃	〃
チュテール パンコイ Chhoeuteal bangkuoi	<i>Dipterocarpus insularis</i>
チュテール サール Chhoeuteal sar	<i>Dipterocarpus alatus</i>
コムニヤン Komnhan	<i>Shorea hypochra</i>
ブジック Phdiek	<i>Anisoptera glabra</i>
ロ ヨン Ro yong	<i>Parkia streptocarpa</i>
コキー クサイ Koki khsach	<i>Hopea pierrei</i>
スロール クラハム Srol kraham	<i>Dacrydium elatum</i>
ロン リアン Rong leang	<i>Tristania</i> sp.

[Note] r_a : Apparent specific gravity u : Moisture content at test.Table 3. 供試材料
Apparent specific gravity, mean

樹 種 名 Commercial name	学 名 Botanical name
ス ギ Sugi	<i>Cryptomeria japonica</i>
ア カ マ ツ Akamatsu	<i>Pinus densiflora</i>
ミ ズ ナ ラ Mizunara	<i>Quercus mongolica</i>
イ ス ノ キ Isunoki	<i>Distylium racemosum</i>
マンガンノロ Manggasinoro	<i>Shorea philippinensis</i>

[Note] a_m : Mean width of annual

*: 試験時の容積重を示す。

They are apparent specific

供試材料の気乾容積重と試験時含水率 (南洋材)

specific gravity and moisture content of test piece (Tropical woods).

切 削 抵 抗 試 験 Cutting force test			ノ コ 歯 摩 耗 試 験 Saw tooth blunting test			備 考 Remark
試片番号 Mark of log	気乾容積重 r_a	含 水 率 u	試片番号 Mark of log	気乾容積重 r_a	含 水 率 u	
I A	0.41 g/cm ³ (0.38~0.45)	13.9 % (13.4~14.5)	—	—	—	
I B	0.54 (0.50~0.60)	13.3 (12.4~14.2)	I B	0.48 (0.45~0.52)	14.5 (14.2~14.8)	
I C	0.46 (0.43~0.48)	14.5 (14.1~14.8)	I C	0.46 (0.43~0.49)	14.7 (13.7~15.5)	
II A-4	0.84 (0.82~0.86)	14.9 (12.7~17.0)	II A-4	0.87 (0.77~0.95)	14.8 (14.1~15.8)	樹脂多し Resinous
II A-5	0.69 (0.66~0.72)	14.7 (14.1~14.9)	II A-5	0.70 (0.64~0.81)	13.7 (13.1~14.2)	〃
II B-10	0.84 (0.80~0.87)	13.9 (13.5~14.3)	II B-10	0.86 (0.83~0.87)	13.8 (13.8~16.1)	
II C-2	0.67 (0.65~0.70)	13.5 (13.2~13.8)	II C-2	0.66 (0.60~0.74)	12.6 (12.2~13.0)	
II D-1	0.55 (0.51~0.59)	13.7 (13.1~13.9)	II D-1	0.56 (0.47~0.60)	13.6 (13.0~14.3)	やや変色 Discolored slightly
II E-1	0.82 (0.79~0.88)	13.9 (13.6~14.2)	II E-1	0.80 (0.75~0.83)	12.5 (12.2~12.8)	
II F-1	0.49 (0.48~0.52)	13.5 (12.9~13.8)	II F-1	0.46 (0.43~0.48)	13.6 (13.0~14.2)	
II G-1	1.13 (1.07~1.20)	16.3 (15.3~17.1)	II G-1	1.18 (1.03~1.20)	15.0 (14.6~15.2)	

in air dry (g/cm³).

の気乾容積重, 平均年輪幅, 試験時含水率 (国産材およびマンガシノロ)

annual ring width, and moisture content at test (Domestic woods and Manggasinoro).

切 削 抵 抗 試 験 Cutting force test			ノ コ 歯 摩 耗 試 験 Saw tooth blunting test		
気 乾 容 積 重 r_a	平均年輪幅 a_m	含 水 率 u	気 乾 容 積 重 r_a	平均年輪幅 a_m	含 水 率 u
0.36 g/cm ³ (0.32~0.38)	8.0 mm (7.2~9.3)	15.8 % (12.5~18.0)	0.33 g/cm ³ (0.28~0.37)	6.1 mm (5.0~8.8)	14.4 % (13.0~15.5)
0.45 (0.39~0.53)	2.3 (2.0~3.3)	14.7 (13.7~16.8)	0.48 (0.40~0.55)	2.5 (2.0~2.8)	15.9 (13.2~18.0)
0.59 (0.51~0.67)	1.4 (1.0~1.9)	15.3 (14.6~15.8)	0.55 (0.43~0.63)	1.8 (1.2~2.2)	14.6 (14.2~14.9)
0.79* (0.71~0.86)	1.9 (1.4~2.3)	20.3 (19.3~21.0)	0.80* (0.67~0.88)	2.2 (1.8~2.5)	19.3 (18.6~19.9)
0.42 (0.40~0.44)	—	15.7 (15.0~17.0)	0.50 (0.43~0.52)	—	14.6 (13.1~15.6)

ring (mm).

gravities at test moisture content.

Table 4. 供 試 丸 ノ コ

Circular saw for test.

丸 ノ コ Saw	鋸 歯 材 質 Material of saw tooth	直 径 Diameter	鋸 厚 Thickness of blade	アサリの種類 Sort of set	歯 数 No. of tooth
切 削 抵 抗 試 験 用 Cutting force test	超 硬 合 金 H 1 Tungsten carbide	300 ^{mm}	2 ^{mm}	バ チ ア サ リ Swage set	4
ノ コ 歯 摩 耗 試 験 用 Blunting test	工 具 鋼 SK 5 Tool steel	300	2	振 分 け ア サ リ Spring set	4

Table 5. 供 試 丸 ノ コ 歯 型

Saw tooth.

丸 ノ コ Saw	歯 喉 角 Hook angle	歯 端 角 Sharpness angle	歯 背 角 Clearance angle	歯 高 Depth of gullet	アサリ幅 Width of kerf	アサリの逃 角(歯喉面) Side clearance angle on face	アサリの逃 角(歯背面) Side clearance angle on back	研 ぎ 角 Bevel angle
切 削 抵 抗 試 験 用 1 Cutting force test	degree 20	degree 55	degree 15	mm 12	mm 3	degree 3	degree 3	degree 0
〃 2	25	50	15	12	3	3	3	0
〃 3	30	45	15	12	3	3	3	0
ノ コ 歯 摩 耗 試 験 用 Blunting test	25	45	20	12	0.5*	10	10	0

* アサリの出を示す。 Amount of set is given.

プ丸ノコを、ノコ歯摩耗試験用には普通丸ノコを用いた。南洋材は一般にノコ歯を鈍摩する傾向が強く、切削抵抗の測定にノコ歯の摩耗の影響を受けることを防ぐために、抵抗試験には超硬チップ付歯の丸ノコを使用したものである。試験にあたっては、チップの歯先を約 50 倍に投影器によって拡大して、摩耗や欠けの生じていないことを確かめ、試験後も拡大検査したが、ほとんど摩耗は認められなかった。ノコ歯摩耗試験用には工具鋼の普通丸ノコを用いて、摩耗ししやすいようにした。摩耗したノコ歯はふたたびアサリ出し、研磨を行ない、最後に油砥石で数回研磨仕上げした。その検査方法は切削抵抗試験の場合と同じである。Table 4 および 5 に試験に用いた丸ノコの材質や諸元を示した。

2.2.2 切削抵抗試験

切削抵抗の測定のために丸ノコ軸にトルクメーターを取りつけ、切削トルクをスリップリングによって取り出し、歪計によって測定し、また増幅してペン書きオシログラフによって記録させた (Fig. 2)。記録したトルク値を丸ノコ半径で除して平均切削抵抗を求めた。ノコ速度は 50.4 m/sec で一定とし、材の送り速度を 1.50, 3.00, 4.08, 5.00, 6.25 m/min の 5 段階に変速モーターによって変化させた。送り速度を変えて切込み深さを変化させたが、ノコ速度をかえるより容易であるからである。ひき板の位置は板の中心が鋸軸の中心より 85 mm の距離であった。切込み深さ t mm は次式で計算した。

$$t = \frac{f}{n \cdot Z} \cdot \frac{\sqrt{r^2 - h^2}}{r} \quad (\text{mm})$$

ここで、 f : 送り速度 [m/min], n : ノコ回転数 [rpm], Z : 歯数, r : 丸ノコ半径 [mm], h : ノコ中心よりひき板中心までの距離 [mm]。計算によって得た切込み深さの範囲は 0.10, 0.20, 0.28, 0.34,

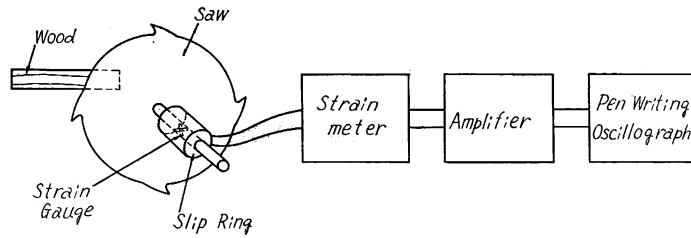


Fig. 2 切削抵抗測定方法
Measuring method of cutting force.

0.42 mm であった。1 回の歩出し量はひき材によって生ずる板の厚さが 3~4 mm となるように調整した。試験用の板はノコ歯の切削方向が木表から木裏に向くように、すなわち Fig. 1 のように木表を上面にしてひいた。ひき材回数は 1 条件につき 3 回とした。使用した電動機の動力は切削用に 3.7 KW, 送り用には 0.5 KW である。

2.2.3 ノコ歯摩耗試験

ノコ歯先の摩耗に関係する因子は複雑であるが、ノコ歯の摩耗状態を現わす指標として、本試験の目的から見ても測定も簡便で指示も明確なものが望ましいので、ここでは切削抵抗とアサリの摩耗量を採用した。切削抵抗の測定方法は前項と同じである。アサリ摩耗量の測定は Fig. 3 に示すようにアサリの切先のノコ面からの出をダイヤルゲージによって測定し、その減少量を求めた。ひき材はひき板の延べ長さで 50 m まで行ない、試験項目の測定はひき材長で 0, 5, 10 m ひき材後に、その後は 10 m ごとに行なった。切削条件はノコ速度 50.4 m/sec, 送り速度は 3.00 m/min とし、試験片の長さが 500 mm で、そのほかは切削抵抗試験と同じである。アサリの出の測定は所定量のひき材を終了後行ない、4 枚の歯について平均値を求めた。切削抵抗は所定ひき材長終了後の 3 回のひき材について測定した。したがって、実際のひき材長は少し長いことになる。この際、摩耗用試験片をそのまま使い、他に特別に試験片を用意しなかった。

ノコ歯の摩耗性のきわめて高い樹種にあっては、50 m までひき材することができず、はなはだしい場合には 5 m で切削不可能になったが、この場合はその点でひき材を中止し、アサリの摩耗量と可能ならば切削抵抗を測定した。

2.2.4 試験結果の表示法

切削抵抗試験については、切削抵抗と切込み深さの関係を試験範囲内では直線³⁾になるとみなして、次の実験式を最小自乗法によって求めた。

$$P = a + bt \dots \dots \dots (1)$$

ここで P : 切削抵抗 [kg], t : 切込み深さ [mm], a および b : 定数である。そして a, b によって樹種の切削抵抗の特性を示し、また得られた実験式から一定条件について、ここでは歯喉角 25° , 切込み深さ 0.2 mm について計算値を求めて比較した。

ノコ歯摩耗試験については、ひき材長と切削抵抗の増加とアサ

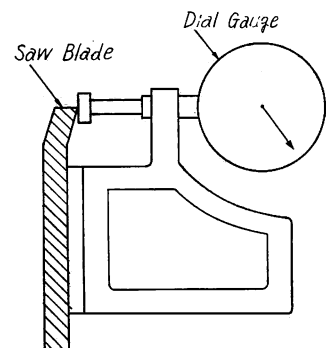


Fig. 3 アサリの出の測定方法
Measuring method of wear of side point.

りの切先の摩耗量の増加状況から判断するのであるが、まず 5, 20, 50 m ひき材後の切削抵抗の最初の切削抵抗に対する比と、アサリの摩耗量とを表示した。5 m をとったのは摩耗性のきわめて高い樹種を考慮し、また 20 m は後に述べるように 50 m をひき材しない場合を考えて表示した。

III 試験結果および考察

3.1 切削抵抗試験

各樹種の切削抵抗試験の結果は Fig. 4~19 に示すようである。各樹種ともに本試験の範囲内では、切削抵抗と切込み深さとの関係は大体直線となった。直線は原点を通らず、切込み深さ 0 で正の値を示したが、マンガシノロの歯喉角 30° の場合は負になった。歯喉角については各樹種とも 20° の場合が最も高く、ついで 25° , 30° の順に切削抵抗は低くなる傾向を示し、一般的に切削抵抗の高い容積重の大きな樹

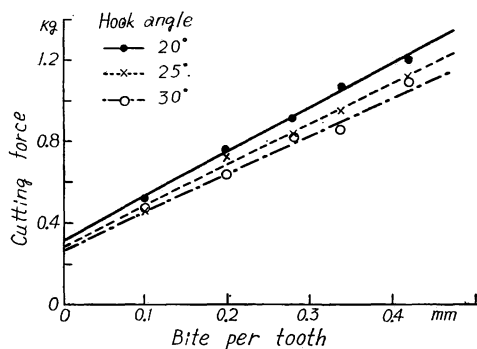


Fig. 4 切削抵抗と切込み深さとの関係
(レッド メランチ IA)

Relation between cutting force and bite per tooth (Red meranti IA).

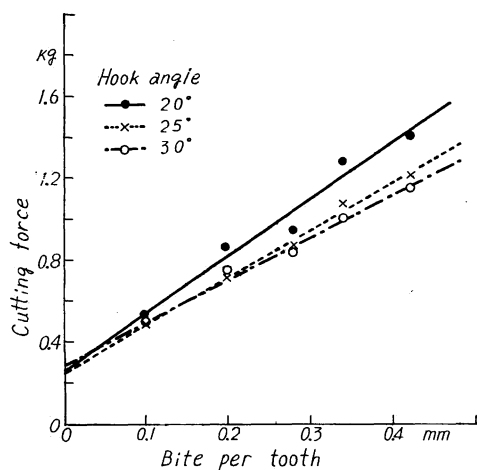


Fig. 5 切削抵抗と切込み深さとの関係
(レッド メランチ IB)

Relation between cutting force and bite per tooth (Red meranti IB).

種の方が歯喉角による差が大であった。しかし、コキークサイのみは例外で、歯喉角が 30° のときに最も切削抵抗が高くなったが、この理由は不明である。他の樹種でも歯喉角の影響は一樣ではなく、コムニヤンのように各歯喉角についての差が著しいものや、ロンリアンのように切削抵抗値は高いけれども、歯喉角の差が少ないものなどあって、樹種によって傾向が異なるようであった。

以上の実験から得た実験式 $P = a + bt$ の定数 a , b を Table 6 に示す。一般に切削抵抗の大きな樹種ほど直線の傾斜が強くなり、 b によって切削抵抗の大小をほぼ推定することができる。 a についても切削抵抗が高い樹種ほど大きくなるよう

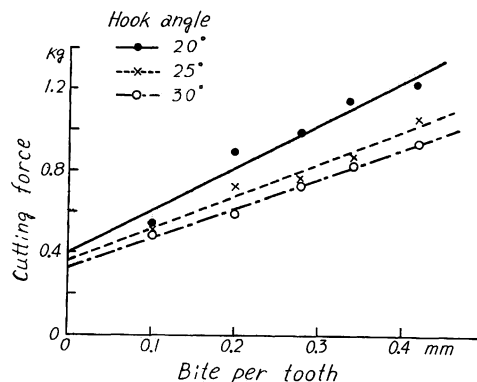


Fig. 6 切削抵抗と切込み深さとの関係
(レッド メランチ IC)

Relation between cutting force and bite per tooth (Red meranti IC).

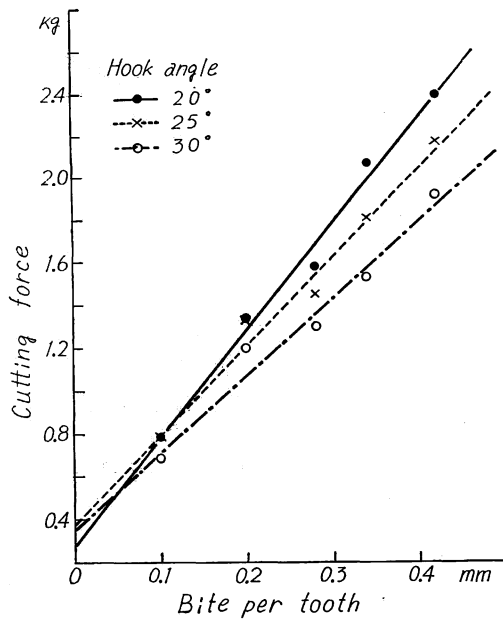


Fig. 7 切削抵抗と切込み深さとの関係
(チュテール バイコイ II A-4).
Relation between cutting force and bite
per tooth (Chhoeuteal bangkuoi II A-4).

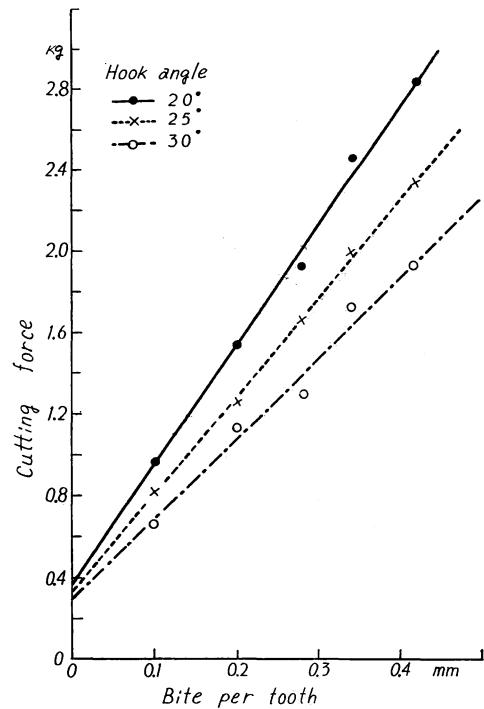


Fig. 9 切削抵抗と切込み深さとの関係
(コムニャン II B-10).
Relation between cutting force and bite
per tooth (Komnhan II B-10).

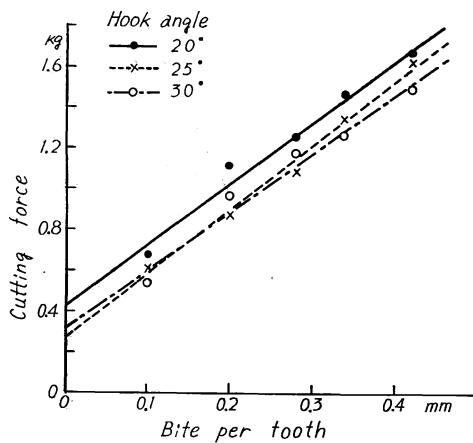


Fig. 8 切削抵抗と切込み深さとの関係
(チュテール サール II A-5).
Relation between cutting force and bite
per tooth (Chhoeuteal sar II A-5).

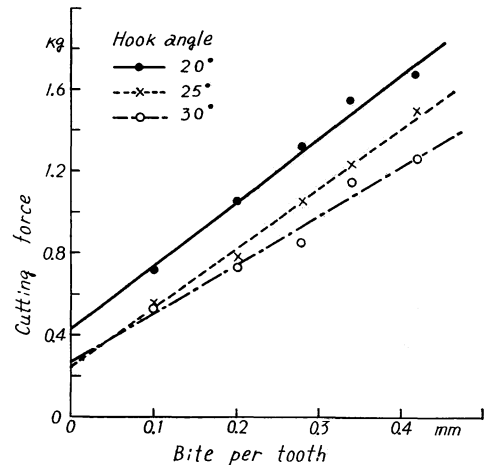


Fig. 10 切削抵抗と切込み深さとの関係
(プジック II C-2).
Relation between cutting force and bite
per tooth (Phdiek II C-2).

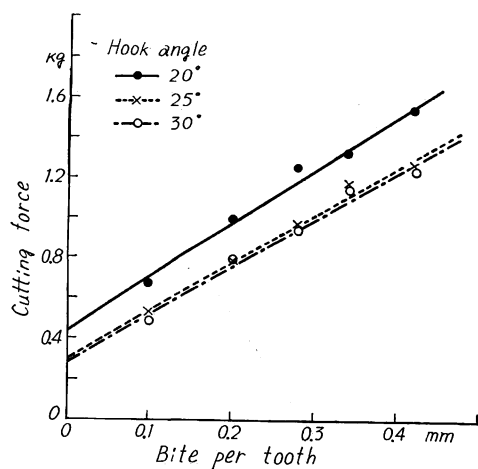


Fig. 11 切削抵抗と切込み深さとの関係
(ロ ヨン II D-1)

Relation between cutting force and bite per tooth (Ro yong II D-1).

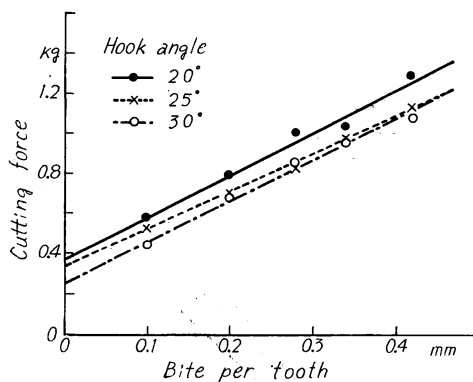


Fig. 13 切削抵抗と切込み深さとの関係
(スロール クラハム II F-1)

Relation between cutting force and bite per tooth (Srol kraham II F-1).

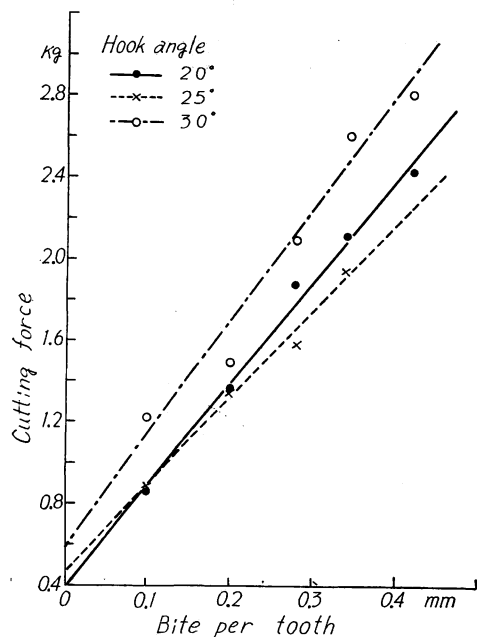


Fig. 12 切削抵抗と切込み深さとの関係
(コキー クサイ II E-1)

Relation between cutting force and bite per tooth (Koki khsach II E-1).

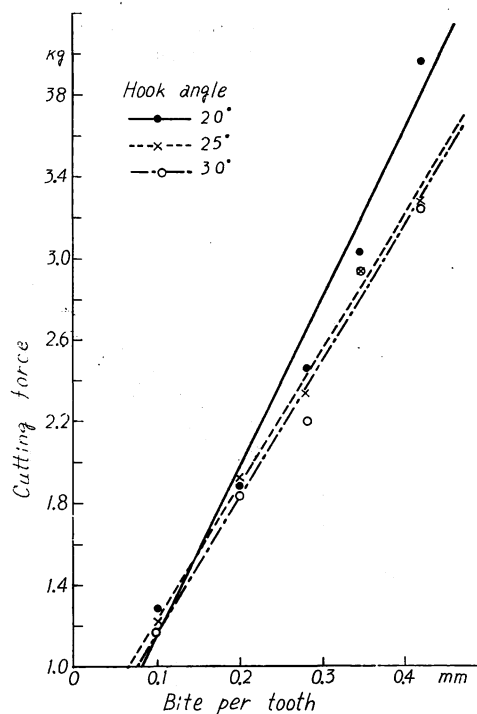


Fig. 14 切削抵抗と切込み深さとの関係
(ロン リアン II G-1)

Relation between cutting force and bite per tooth (Rong leang II G-1).

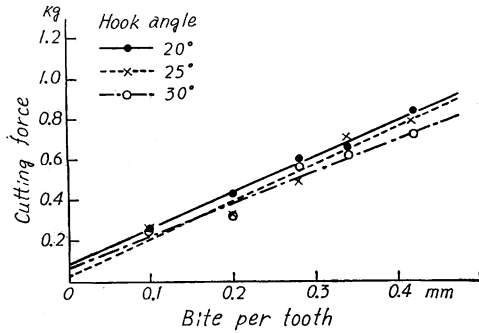


Fig. 15 切削抵抗と切込み深さとの関係 (スギ)
Relation between cutting force and bite per tooth (Sugi).

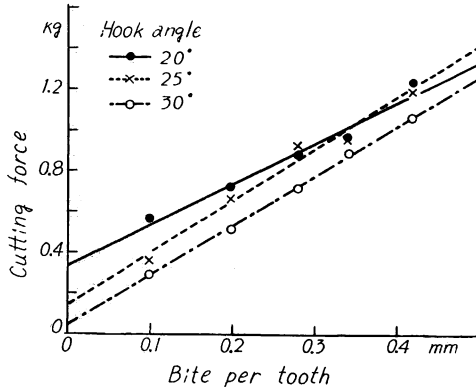


Fig. 16 切削抵抗と切込み深さとの関係 (アカマツ)
Relation between cutting force and bite per tooth (Akamatsu).

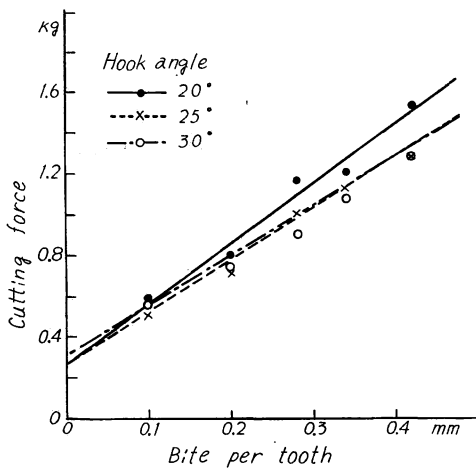


Fig. 17 切削抵抗と切込み深さとの関係 (ミズナラ)
Relation between cutting force and bite per tooth (Mizunara).

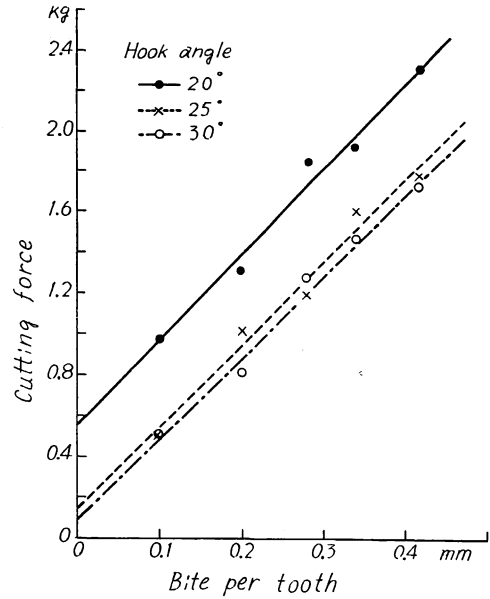


Fig. 18 切削抵抗と切込み深さとの関係 (イスノキ)
Relation between cutting force and bite per tooth (Isunoki).

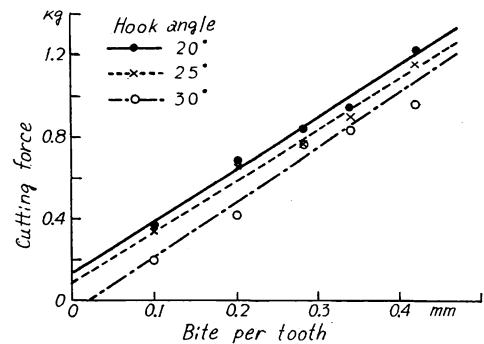


Fig. 19 切削抵抗と切込み深さとの関係 (マンガシノロ)
Relation between cutting force and bite per tooth (Mangasinoro).

Table 6. *a* と *b* の 値
Value of *a* and *b*.

樹 種 Species	<i>a</i>			<i>b</i>			切削抵抗 比較値* Cutting force for compar- ison	切削抵抗 の程度 Grade of cutting force
	歯喉角 Hook angle 20°	〃 25°	〃 30°	歯喉角 Hook angle 20°	〃 25°	〃 30°		
Red meranti (I A)	0.32	0.28	0.27	2.15	2.01	1.89	0.68	中庸 Medium
〃 (I B)	0.26	0.25	0.30	2.78	2.33	2.07	0.72	〃
〃 (I C)	0.37	0.36	0.32	2.15	1.58	1.45	0.67	〃
Chhoeuteal bangkuoi (II A)	0.28	0.39	0.36	5.06	4.20	3.60	1.22	非常に高い Very high
Chhoeuteal sar (II A)	0.42	0.26	0.31	3.03	3.20	2.91	0.90	高い High
Komnhan (II B)	0.36	0.32	0.29	5.95	4.82	3.97	1.29	非常に高い Very high
Phdiek (II C)	0.44	0.24	0.27	3.08	2.93	2.37	0.82	高い High
Ro yong (II D)	0.44	0.30	0.28	2.66	2.39	2.37	0.78	中庸 Medium
Koki khsach (II E)	0.40	0.47	0.60	4.97	4.22	5.47	1.31	非常に高い Very high
Srol kraham (II F)	0.37	0.33	0.26	2.11	1.89	2.04	0.71	中庸 Medium
Rong leang (II G)	0.33	0.58	0.50	8.19	6.57	6.63	1.89	非常に高い Very high
Sugi	0.09	0.03	0.08	1.75	1.83	1.57	0.39	低い Low
Akamatsu	0.34	0.13	0.04	2.00	2.56	2.43	0.64	中庸 Medium
Mizunara	0.27	0.28	0.31	2.95	2.51	2.43	0.78	〃
Isunoki	0.55	0.15	0.10	4.21	4.01	3.95	0.95	高い High
Manggasinoro	0.13	0.09	-0.04	2.53	2.49	2.50	0.58	中庸 Medium

* 歯喉角 25°, 切込み深さ 0.2 mm のときの切削抵抗計算値。

Cutting force calculated at hook angle of 25° and bite of tooth of 0.2 mm.

であるが、パラツキが多く *b* の場合ほど切削抵抗との比例性は明りょうではなかった。

3.2 ノコ歯摩耗試験

ノコ歯摩耗試験におけるひき材量と切削抵抗, およびアサリの切先の摩耗量との関係は Fig. 20~34 のようであった。切削抵抗, アサリの摩耗量ともに大体その増加率はひき材初期が最大で, その後しだいに減少するが, その状態は樹種によって差があるようである。切削抵抗ではひき材長が増しても低くなっている場合があり, 特にイスノキでは著しいが, これは材質の偏差が影響しているのではないかと想像される。コムニヤン, コキークサイ, ロンリアンではノコ歯の摩耗が著しく, ひき曲りやノコの停止などを生じて 50m までひき材できず, 途中で試験を中止しなければならなかった。チュテールサル, ブジックなどはアサリの摩耗量が非常に大きくなっても 50m までひき材することができた。これは, これらの樹種の切削抵抗値が低いためにノコ身の座屈, ベルトのスリップなどを生ずることなく切削できるためと思われ, 本試験の場合, 切削抵抗が 3 kg 以上になるとひき材が不可能になるようであった。マンガシノロの場合も切削はまだ可能であったが, ひき板の厚さの不ぞろいやひき面の著しい悪化によって中止した。したがって, アサリの摩耗量が同じでも, 切削抵抗の高い樹種, すなわち一般的には容積重の大き

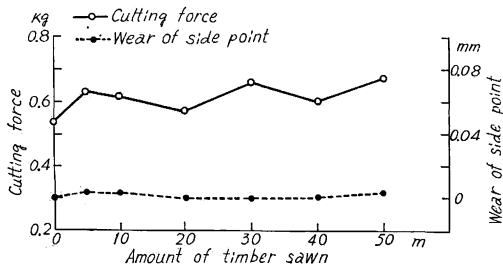


Fig. 20 ひき材量と切削抵抗およびアサリ摩耗量との関係 (レッド メランチ IB).
Relation of amount of timber sawn to cutting force and wear of side point (Red meranti IB).

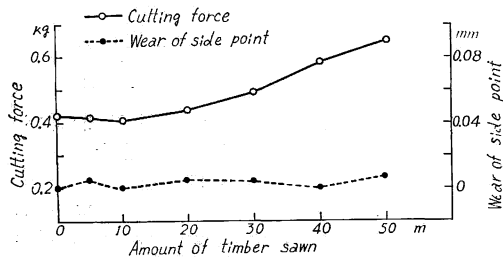


Fig. 21 ひき材量と切削抵抗およびアサリ摩耗量との関係 (レッド メランチ IC).
Relation of amount of timber sawn to cutting force and wear of side point (Red meranti IC).

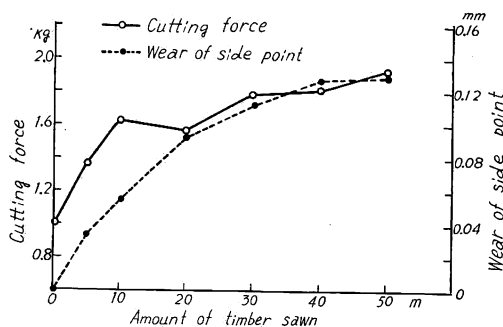


Fig. 22 ひき材量と切削抵抗およびアサリ摩耗量との関係 (チュテール バンコイ IIA-4).
Relation of amount of timber sawn to cutting force and wear of side point (Chhoeuteal bangkuoi IIA-4).

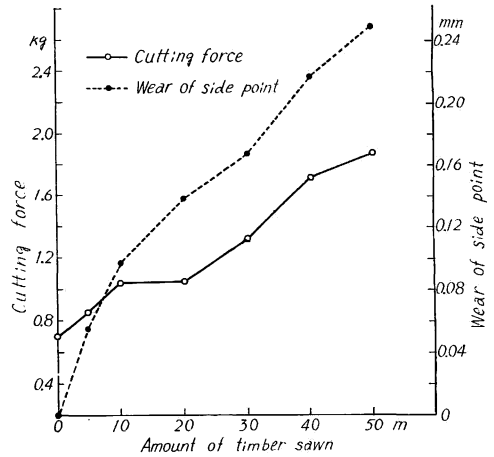


Fig. 23 ひき材量と切削抵抗およびアサリ摩耗量との関係 (チュテール サール IIA-5).

Relation of amount of timber sawn to cutting force and wear of side point (Chhoeuteal sar IIA-5).

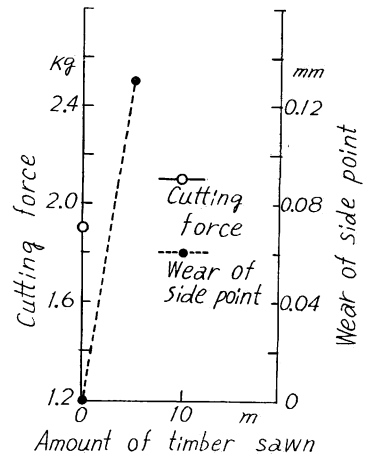


Fig. 24 ひき材量と切削抵抗およびアサリ摩耗量との関係 (コムニアン IIB-10).
Relation of amount of timber sawn to cutting force and wear of side point (Komnhan IIB-10).

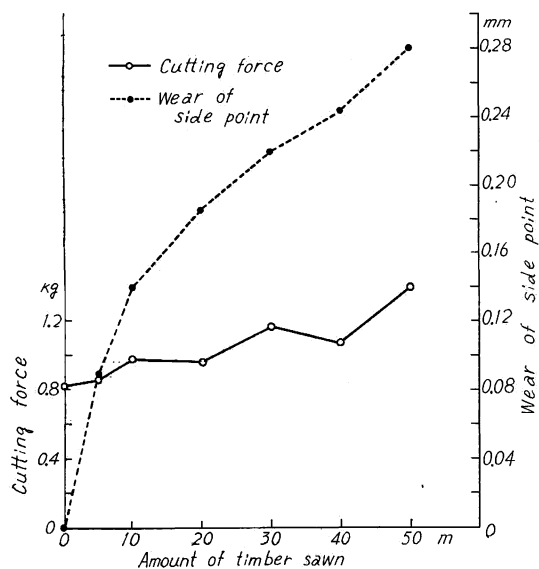


Fig. 25 ひき材量と切削抵抗およびアサリ摩耗量との関係 (プジック II C-2)

Relation of amount of timber sawn to cutting force and wear of side point (Phdiek II C-2).

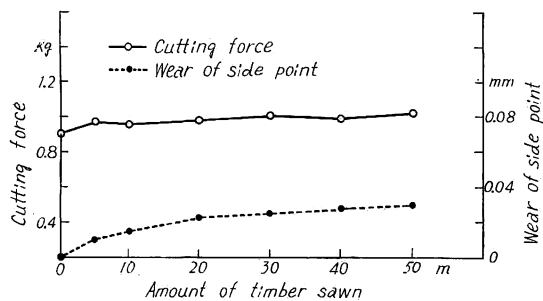


Fig. 26 ひき材量と切削抵抗およびアサリ摩耗量との関係 (ロ ヨン II D-1)

Relation of amount of timber sawn to cutting force and wear of side point (Ro yong II D-1).

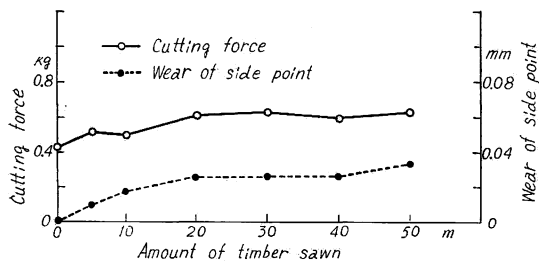


Fig. 28 ひき材量と切削抵抗およびアサリ摩耗量との関係 (スロール クラハム II F-1)

Relation of amount of timber sawn to cutting force and wear of side point (Srol kraham II F-1).

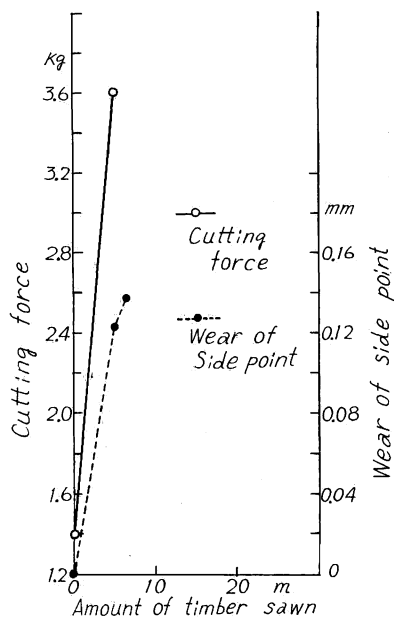


Fig. 27 ひき材量と切削抵抗およびアサリ摩耗量との関係 (コキークサイ II E-1)

Relation of amount of timber sawn to cutting force and wear of side point (Koki khsach II E-1).

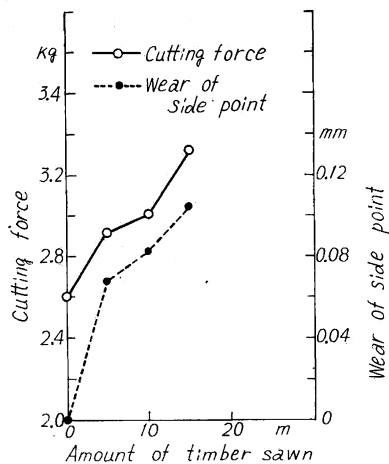


Fig. 29 ひき材量と切削抵抗およびアサリ摩耗量との関係 (ロン リアン II G-1)

Relation of amount of timber sawn to cutting force and wear of side point (Rong leang II G-1).

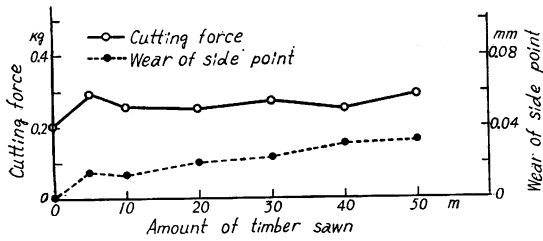


Fig. 30 ひき材量と切削抵抗およびアサリ摩耗量との関係 (スギ)

Relation of amount of timber sawn to cutting force and wear of side point (Sugi).

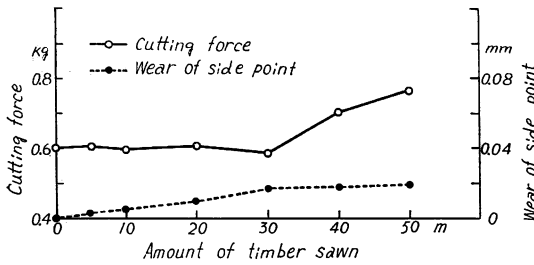


Fig. 31 ひき材量と切削抵抗およびアサリ摩耗量との関係 (アカマツ)

Relation of amount of timber sawn to cutting force and wear of side point (Akamatsu).

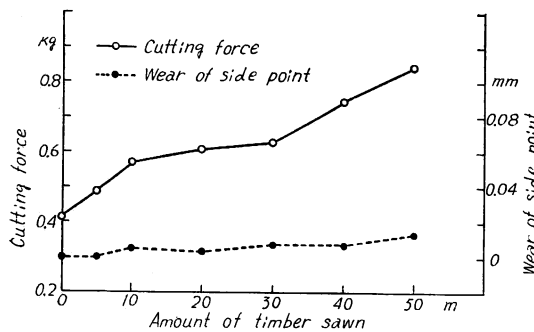


Fig. 32 ひき材量と切削抵抗およびアサリ摩耗量との関係 (ミズナラ)

Relation of amount of timber sawn to cutting force and wear of side point (Mizunara).

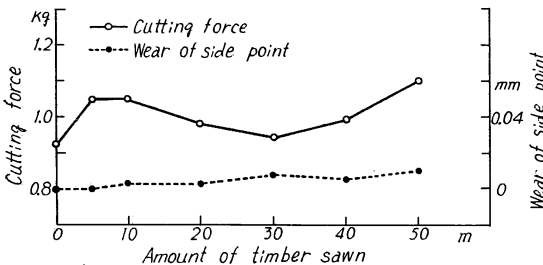


Fig. 33 ひき材量と切削抵抗およびアサリ摩耗量との関係 (イスノキ)

Relation of amount of timber sawn to cutting force and wear of side point (Isunoki).

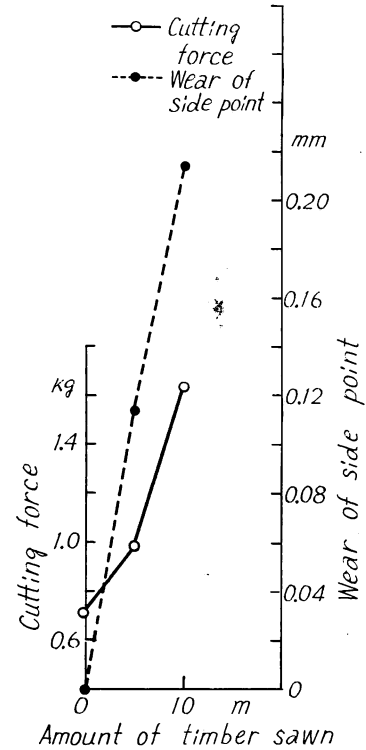


Fig. 34 ひき材量と切削抵抗およびアサリ摩耗量との関係 (マンガシノロ)

Relation of amount of timber sawn to cutting force and wear of side point (Mangasinoro).

Table 7. ノコ歯摩耗試験における切削抵抗増加度とアサリの摩耗量
Increase of cutting force and wear of side point in blunting test.

樹 種 Species	切 削 抵 抗 増 加 度 Increase of cutting force			アサリの摩耗量 Wear of side point			挽材長 Total length of board m	ノコ歯 摩耗性 Grade of blunting property
	5m	20m	50m	5m	20m	50m		
				$\frac{1}{100}$ mm	$\frac{1}{100}$ mm	$\frac{1}{100}$ mm		
Red meranti (I A)	—	—	—	—	—	—	—	—
〃 (I B)	1.17	1.06	1.24	0.3	0	0.3	50	低い Low
〃 (I C)	0.98	1.05	1.55	0.5	0	0.8	〃	〃
Chhoeuteal bangkuoi (II A)	1.30	1.49	1.82	3.3	9.3	13.0	〃	高い High
Chhoeuteal sar (II A)	1.21	1.50	2.69	5.5	13.8	25.0	〃	非常に高い Very high
Komnhan (II B)	1.90	—	—	13.0	—	—	5	〃
Phdiek (II C)	0.96	1.17	1.69	8.8	18.5	28.0	50	〃
Ro yong (II D)	1.06	1.08	1.13	1.5	2.3	3.0	〃	低い Low
Koki khsach (II E)	2.56	—	—	12.3	—	—	5	非常に高い Very high
Srol kraham (II F)	1.21	1.42	1.48	1.0	2.5	3.3	50	低い Low
Rong leang (II G)	1.13	1.28 (15m)	—	6.8	10.5 (15m)	—	15	非常に高い Very high
Sugi	1.42	1.23	1.43	1.5	2.0	3.3	50	低い Low
Akamatsu	1.00	1.00	1.08	0.3	1.0	2.0	〃	〃
Mizunara	1.19	1.47	2.11	0	0.5	1.3	〃	〃
Isunoki	1.19	1.06	1.19	0	0.3	1.0	〃	〃
Manggasinoro	1.16	2.37 (10m)	—	11.5	16.5 (10m)	—	10	非常に高い Very high

い樹種の方がひき材が困難になるといえる。

この試験結果から、切削抵抗の最初の切削抵抗との比とアサリの切先の摩耗量との 5, 20, 50 m ひき材後の値を Table 7 に示す。切削抵抗比とアサリ摩耗量とはともにひき材長につれて増加するが、切削抵抗比とアサリ摩耗量との関係は必ずしも比例的ではない。ブジックはアサリ摩耗量はチュートル サールと同じように大であるが、切削抵抗比は小さい。ミズナラのアサリ摩耗量はスギ、アカマツより小であるが、切削抵抗比は高くなっている。摩耗はアサリの切先ばかりでなくノコ歯先正面も摩耗するから、これが切削抵抗に影響すること考えられるが、切削抵抗の絶対値の大きさや材質の偏差などに影響されるのではないかと想像される。その点ではアサリの摩耗量の方が安定した値のようである。

3.3 樹種間の比較

切削抵抗は比重とはほぼ比例的な関係になるといわれる⁴⁾が、 b と気乾容積重との関係を Fig. 35 に示す。各歯喉角とも容積重が増すと b も大になるが、増加率は容積重とともに増大する傾向がある。同じ容積重では歯喉角 20° が最も大きく 25° , 30° の順に小さくなるが、コキークサイのように 30° が最大になるような例外もある。 a について気乾容積重との関係を求めると Fig. 36 のようになる。この場合はバラツキが大で、 b の場合のように明りょうでないが、ごく概略的には容積重が大になると a も増加する

傾向といえる。また歯喉角の差は明りょうではない。

以上のように、切削抵抗を示す指標としては b の方が明りょうではあるが、 a の影響も考慮にいれて、(1) 式から歯喉角 25° 、切込み深さ 0.2 mm について切削抵抗を計算して Table 6 に示した。歯喉角 25° 、切込み深さ 0.2 mm をえらんだのは、実験条件中の中間値をとっただけで特に意味はない。この値を国産材における切削抵抗の大きさを考慮して切削抵抗が低い、中庸、高い、非常に高いの4段階に分類してみた。その基準は、切削抵抗が低い、 $0 \sim 0.5 \text{ kg}$ 、中庸は 0.5 kg をこえ 0.8 kg まで、高いは 0.8 kg をこえ 1.0 kg まで、非常に高いは 1.0 kg をこえるものとした。切削抵抗の値は切削条件によって異なるし、区分も概略的であるから、比較値として計算したもので普遍的なものではない。

樹種別に見るとレッド メランチは IB がやや高いが、全体として切削抵抗は低い。カンボジア材は一般に容積重が大で切削抵抗は高く、ただスローラ クラハムは針葉樹で容積重も低く、切削抵抗は中庸である。ロ ヨンは広葉樹ではあるが容積重も低く、切削抵抗は中庸である。チュートル サール、ブジックはイスノキ程度で、チュートル パンコイ、コムニヤン、コキークサイは非常に切削抵抗の高い部類であるが、特にロン リアンはとび抜けて高いが、これはその気乾容積重が1以上という特異な材質によるのであろう。

ノコ歯摩耗性についても切削抵抗と同様に考えて、アサリ摩耗量を基準にして Table 7 に示すように分類を試みた。アサリ摩耗量も切削条件によって影響されるもので、この分類も摩耗性が国産材よりは一般に著しい南洋材を対象としたもので、相対的なものである。この分類で、ノコ歯摩耗性の低いとは、 50 m 挽材後 $0 \sim 0.05 \text{ mm}$ まで、中庸は 0.05 mm をこえ 0.10 mm まで、高いものは 0.10 mm をこえて 0.20 mm まで、非常に高いものは 0.20 mm をこえるものおよび 50 m までひき材できないものとした。

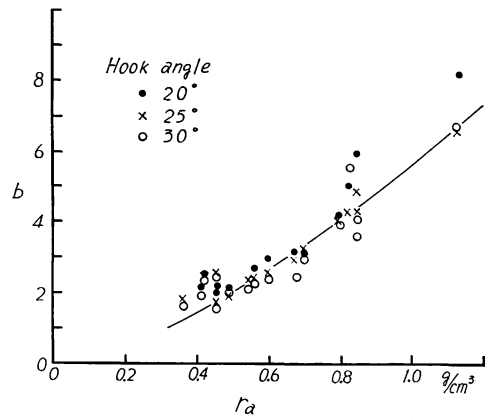


Fig. 35 b と気乾容積重 r_a との関係
Relation between b and apparent specific gravity in air dry r_a .

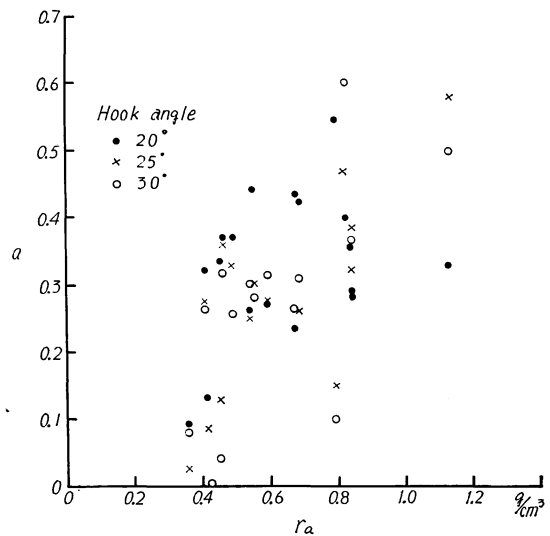


Fig. 36 a と気乾容積重 r_a との関係
Relation between a and apparent specific gravity in air dry r_a .

樹種別にみると、レッド メランチ IB, IC はアサリ摩耗性は非常に低かった。レッド メランチ IA については材料が不足して実験しなかったが、IB, IC と同じく低いものと想像される。カンボジア産材では、針葉樹材のスロー クラハムとロ ヨンを除いては国産材に比較してノコ歯摩耗性は高く、チュテール バンコイがやや少ないが、チュテール サール、コムニヤン、ブジック、コキークサイ、ロン リアンなどいずれもマンガシノロ程度の非常に摩耗性の強い樹種であった。また、比較実験でとりあげた国産材については、広葉樹のミズナラ、イスノキの方が針葉樹のスギ、アカマツよりノコ歯摩耗性が少ない結果になったが、これはノコ歯摩耗性が切削抵抗とは別の要素が影響しているためと考えられる。すなわち、ノコ歯摩耗性は比重などのほか、特に南洋材などではシリカなどの成分の量や分布に影響されるものと考えられる⁵⁾。Table 7 の分類で摩耗性の高い樹種、非常に高い樹種はひき材の場合には普通帯ノコではひき材不可能と思われ、ステライト溶着などの特殊加工した帯ノコが必要と思われる。

ノコ歯摩耗試験ではひき材長 50m まで切削したが、摩耗量を比較する場合には 20m ひき材後の値でも同じような樹種間の比較値が得られるようで、50m ひき材できない樹種は 15m 程度でひき材不能になっており、南洋材のように摩耗性が一般に高い樹種では、ひき材長を 20m としても比較するには十分のようで、その方が材料、時間の点からも有利である。

IV 摘 要

サラワク産材レッド メランチおよびカンボジア産材 8 樹種について、丸ノコによる被削性試験を行なった。試験項目は主切削抵抗とノコ歯摩耗性をとりあげた。切削抵抗はノコ軸に取り付けたトルクメーターにより測定し、ノコ歯摩耗性はひき材にともなう切削抵抗の変化とアサリの切先の摩耗量によって求めた。また、比較のために国産材 4 種およびマンガシノロについて同様の試験を行なった。その結果はつぎのようであった。

(1) 切削抵抗は各樹種ともに切込み深さに対して直線的に増大した。歯喉角の影響は、 20° のとき切削抵抗が最大で、 25° , 30° と増すにつれて低くなる傾向を示した。しかし、コキークサイだけは 30° が最大値となった。

(2) 切削抵抗は一般に容積重が大になるほど高くなり、ロン リアンがきわだって高く、コキークサイ、チュテール バンコイは非常に高く、ついでチュテール サール、ブジックなどがイスノキ程度の部類である。ロ ヨン、スロー クラハム、サラワク産のレッド メランチは中庸である。

(3) ノコ歯摩耗性はチュテール サール、コムニヤン、ブジック、コキークサイ、ロン リアンなどは非常に高く、マンガシノロ程度である。チュテール バンコイはこれらについて高い。ロ ヨン、スロー クラハム、サラワク産レッド メランチなどはノコ歯摩耗性は比較的低くて、国産材のスギ、アカマツ程度である。

(4) ノコ歯摩耗性は切削抵抗の場合のように容積重と直接的な比例関係はないようで、マンガシノロのように切削抵抗が低くても摩耗性のきわめて高い樹種もあり、ノコ歯摩耗性はシリカのような成分の影響が大きいものと考えられる。

文 献

- 1) 木材部：南洋材の性質 2, サワラク産メランチ類木材の性質 (1), 林試研報, 190, pp. 107, (1966)
- 2) 木材部：南洋材の性質 3, カンボジア産材の性質 (2), 林試研報, 194, pp. 1, (1966)
- 3) 斎藤美鷲・枝松信之・大平 裕：製材用鋸歯の切味, 林試研報, 97, pp. 33, (1957)
- 4) CHARDIN, A.: Utilization du Pendule Dynamometrique dans les Recherches sur le Sciage des Bois. Bois et Forêts des Tropiques, 58, pp. 49, (1958)
- 5) 布村昭夫・斎藤光雄：南方材及び道産材のシリカ含量, 北林試月報, 15, 10, p. 38, (1966)

Properties of Tropical Woods. 6.

Sawing properties of tropical woods by circular saw. 1.

Sawing properties of Red meranti wood grown in Sarawak and
Cambodian woods by circular saw.

Tsuneo AOYAMA

(Résumé)

Sawing properties of Red meranti grown in Sarawak and Cambodia were studied and the findings are given in this report. The experiment contained two sorts of tests, namely, cutting force test and saw tooth blunting test by means of circular sawing. Cutting force was measured by torque-meter on the spindle of saw (Fig. 2). In the blunting test cutting force and decrease of amount of set were measured at definite intervals of sawing (Fig. 3). Species tested and their properties are shown in Tables 2 and 3. Tungsten carbide tipped saws were used for cutting force test, and normal steel saws for blunting test (Tables 4 and 5). The cutting speed was 50.4 m/s, and feed speeds were 1.50, 3.00, 4.08, 5.00 and 6.25 m/min for cutting force test and 3.00 m/min for blunting test.

Figs. 4~19 show the results of cutting force test. The cutting force P [kg] increased linearly with bite per tooth t [mm] in each species. The empirical formula is as follows:

$$P = a + bt$$

a and b in this equation are indicated in Table 6. They increased as specific gravity of species became heavier (Figs. 35 and 36).

The cutting force and wear of side point in course of sawing are shown in Figs. 20~34. The result varied extensively with test species, and in some woods sawing could not be continued due to very rapid dulling of saw tooth. The ratio of cutting force to initial one and wear of side point after sawing of 5, 20, and 50 m length are indicated in Table 7.

Saw tooth blunting property did not have a proportional relation to specific gravity as cutting force, and seemed to be influenced by such component in wood as silica.